Лабораторная работа №3

Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля земли электрической постоянной системы си и скорости электромагнитных волн в ва...

Т...

Студент группы ...

Преподаватель Кректунова И. П

Параметры приборов

прибор	цена деления	класс точности	предел измерения	систем погрешн
Вольтметр	0,5 В	2,5	15 В	0,25В
Амперметр	5 мА	1	200 мА	2,5мА
Тангенс гальвонометр	1°	—	180°	$0,5^\circ$

Результаты измерений

I, mA	α_1	α_2	$\alpha_{ср}$	H, А/м
50	22°	26°	24°	10,7
80	36°	43°	$39,5^\circ$	10,9
100	26°	38°	32°	11,1

$\alpha' = 5^\circ$ $\alpha'' = 6^\circ$

1. Цель работы:

Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли, электрической постоянной СИ и скорости распространения электромагнитных волн в вакууме.

2. Схема лабораторной установки:

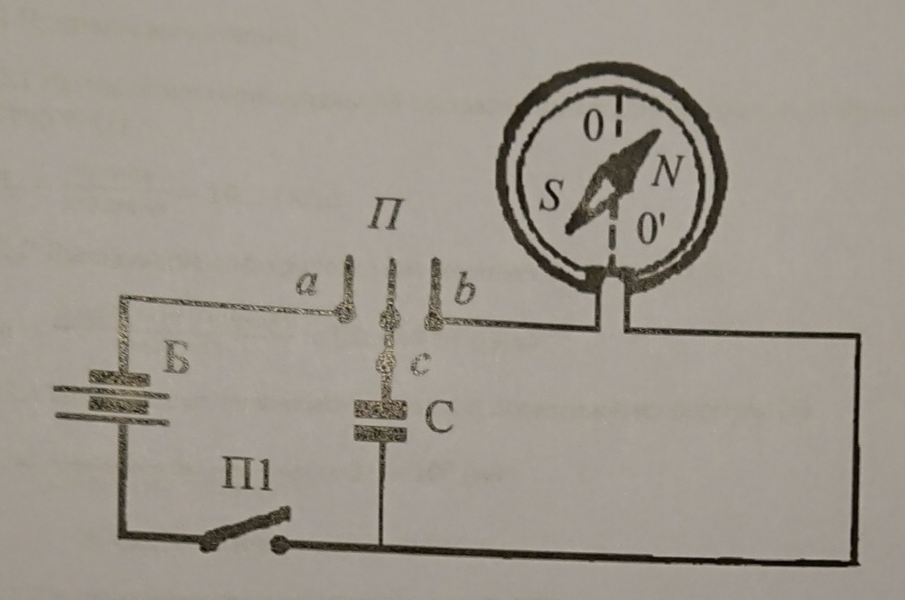


Рисунок 1. Схема установки, где

Б- источник питания, С-конденсатор, Г -тангенс-гальванометр, а и b-переключатели.

Параметры приборов:

Прибор	Цена деления	Класс точности	Предел измерения	Систематическая погрешность
Вольтметр	0.5 В	2.5	15 В	0.25 В
Амперметр	5 мА	1	200 мА	2.5 мА
тангенс-гальванометр	1°	-	180°	0.5°

R=0.2 м; N=36 витков; ν=50 Гц; U=12 В;

3. Рабочие формулы

3.1 Вычисление горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля земли

$H_г = \frac{IN}{2Rtg\alpha}$, где I-сила тока, R-радиус витка, N- количество витков, tgα- угол отклонения стрелки (1)

3.2 Вычисление электрической постоянной

$\varepsilon_0 = \frac{2RH_r k tg\alpha_1}{N\nu U}$, где ν – частота, U- напряжение, k- коэффициент конденсатора (2)

3.3 Вычисление электродинамической постоянной

$C = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$, где μ_0- магнитная постоянная системы СИ (3)

4. Результаты измерений и вычислений

4.1 Результаты измерений

Таблица 4.1 Результаты измерений угла отклонения стрелки

I, мА	a_1,°	a_2,°	$a_{ср}$,°	H, а/м
50	22	26	24	10.7
80	26	38	32	10.9
100	36	43	39.5	11.1

4.2 Примеры вычислений

4.2.1 Вычисление горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля земли по формуле (1)

$$H_г = \frac{0.05*36}{2*0.2*0.45} = 10.7 \text{ (А/м)}$$

4.2.2 Вычисление электрической постоянной по формуле (2)

$$\varepsilon_0 = \frac{2*0.2*4.5*10^{-7}*10*0.45}{36*50*12} = 8.8*10^{-12} \text{ (Ф/м)}$$

4.2.3 Вычисление электродинамической постоянной по формуле (3)

$$C = \frac{1}{\sqrt{4*3,14*10^{-7}*8.24*10^{-12}}} = 2.9*10^{8} \text{ (м/с)}$$

5. Систематическая погрешность

5.1 Систематическая погрешность амперметра

$$\Theta_I = 2,5(\text{мА})$$

5.2 Систематическая погрешность горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля земли.

$$\Theta_{H_г} = \left|\frac{dH_г}{dI}\right|\Theta_I + \left|\frac{dH}{da}\right|\Theta_a = \left(\frac{N}{2Rtga}\right)\theta_I + \left(\frac{IN(-tg^2a-1)}{2Rtg^2a}\right)\theta_a = \frac{36}{2*0.2*0.624}2.5*10^{-3} + \frac{80*36*10^{-3}(0.624^2-1)}{2*0.2*0.624^2}0.0175 = 1.9(\text{А/м})$$

5.3 Систематическая погрешность электрической постоянной

$$\theta_{\varepsilon_0} = \left|\frac{d\varepsilon_0}{dH_г}\right|\theta_{H_г} + \left|\frac{d\varepsilon_0}{da}\right|\theta_a = \frac{2Rktga}{N\nu U}\theta_{H_г} + \frac{2R(tga^2+1)H_г k}{N\nu U}\theta_a = \frac{2*0.2(0.624^2+1)*10.98*4.5*10^{-7}}{36*50*12}*0.0175 + \frac{2*0.2*4.5*10^{-7}*0.624}{36*50*12}*0.24 = 2*10^{-12}(\text{Ф/м})$$

5.4 Систематическая погрешность угла

$$\theta_a = \frac{1}{2} = 0.5° = 0.0175 \text{ (рад)}$$

6. Среднеквадратичное отклонение прямых измерений

$$\Delta H_г = \sqrt{\frac{(H_{cp}-H_{г_1})^2+(H_{cp}-H_{г_2})^2+(H_{cp}-H_{г_2})^2}{N(N-1)}} = \sqrt{\frac{(10,9-10)^2+0+(10,9-11,61)^2)}{6}} = 0.46(\text{А/м})$$

Вывод:

В ходе лабораторной работы с помощью тангенс-гальванометра определил горизонтальную составляющую напряженности поля Земли: H=(10.9±1.9) А/м.

Определил электрическую постоянную СИ $\varepsilon_0 = (8.8 \pm 2) * 10^{-12}$ Ф/м .

Определил скорость распространения электромагнитных волн в вакууме C=(2.9±0.7) $* 10^8$ м/с



ОТВЕТЫ --->>СКАЧАТЬ https://archive.org/details/@guap4736_vkclub152685050

Имя

- Индивидуальное задание
- ЛР исследование гистерезиса ферромагнитных материалов
- ЛР определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля зе...
- ЛР определение удельного заряда электрона
- ЛР определение электроемкости конденсатора
- ЛР процессы установления тока при разрядке и зарядке конденсаторов
- Методички
- тест LMS 1
- Экзамен
- Бипризма Френеля 1
- Кольца Ньютона 1
- КОНТАКТЫ
- Литвинова Надежда Николаевна
- ЛР исследование магнитного поля соленоида
- ЛР кольца Ньютона
- ЛР Проверка законов теплового излучения
- Определение горизонтальнойсоставляющей напряженности магнитного поля земли 1
- Определение горизонтальнойсоставляющей напряженности магнитного поля земли 2
- Определение горизонтальнойсоставляющей напряженности магнитного поля земли 3
- Определение горизонтальнойсоставляющей напряженности магнитного поля земли 4
- Определение периода релаксационных колебаний при помощи электронного осцил...
- Определение периода релаксационных колебаний при помощи электронного осцил...
- Определение электроемкости конденсатора с помощью баллистического гальваном...
- Определение электроемкости конденсатора с помощью баллистического гальваном...

ОТВЕТЫ -->>СКАЧАТЬ https://yadi.sk/d/PgjdK_eMGWoIJQ

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

Цель работы: Определить с помощью тангенс-гальванометра горизонтальную составляющую напряженности магнитного поля Земли, электрическую постоянную системы СИ и скорость распространения электромагнитных волн в вакууме.

Теоретические сведения

Направление линий напряженности магнитного поля можно определить с помощью *магнитного диполя*.

В качестве магнитного диполя может быть *виток с током*. Если виток может свободно поворачиваться вокруг закрепленной вертикальной оси, то в магнитном поле виток установится так, что нормаль к нему укажет направление горизонтальной составляющей вектора напряженности поля. Если отклонить виток в сторону от направления поля, то возникнет момент сил, стремящийся вернуть виток в исходное положение.

Магнитная стрелка также является магнитным диполем. Размещенная на вертикальной оси свободная стрелка устанавливается в положении устойчивого равновесия вдоль горизонтального направления магнитного поля.

Если горизонтально расположенную магнитную стрелку, способную свободно вращаться вокруг вертикальной оси, поместить в центре вертикальной круговой катушки с током (такой прибор называется тангенс-гальванометром), то на стрелку будет действовать магнитное поле Земли и магнитное поле тока.

Вектор горизонтальной составляющей магнитного поля $\mathbf{H}$ в этом случае

$$\mathbf{H} = \mathbf{H}_г + \mathbf{H}_1, \tag{1}$$

где $\mathbf{H}_г$ – вектор горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли, $\mathbf{H}_1$ – вектор напряженности магнитного поля тока.

Пусть плоскость катушки совпадает с плоскостью магнитного меридиана, тогда векторы $\mathbf{H}_г$ и $\mathbf{H}_1$ будут взаимно перпендикулярны

в центре катушки, а тангенс угла α, на который отклонится стрелка при включении тока:

$$\mathrm{tg}\alpha = \frac{H_1}{H_\text{г}}. \tag{2}$$

На рис. 1 изображена суперпозиция магнитных полей.

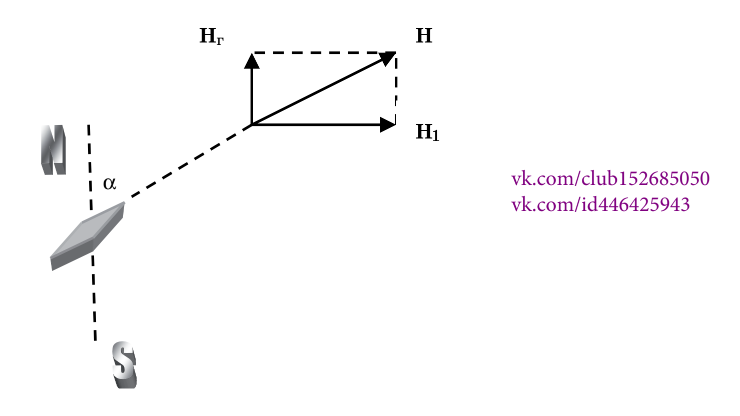


Рис. 1

В центре круговой катушки с током напряженность H_1 магнитного поля определяется по формуле

$$H_1 = \frac{IN}{2R}, \tag{3}$$

где I – сила тока в круговой катушке; N – число витков в ней; R – радиус каждого витка.

Из (2) и (3) можно определить горизонтальную составляющую напряженности магнитного поля Земли

$$H_\text{г} = \frac{IN}{2R\mathrm{tg}\alpha}, \tag{4}$$

а также силу тока в катушке

$$I = \frac{2RH_\text{г}\mathrm{tg}\alpha}{N}. \tag{5}$$

Таким образом, величина тока изменяется пропорционально тангенсу угла отклонения магнитной стрелки, поэтому рассматриваемый прибор и называется тангенс-гальванометром.

Электроемкость конденсатора C пропорциональна диэлектрической проницаемости вещества, заполняющего пространство между обкладками. Поэтому можно записать

$$C = K\varepsilon\varepsilon_0, \qquad (6)$$

где ε_0– электрическая постоянная системы СИ; ε – относительная диэлектрическая проницаемость; K – коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от формы и размеров обкладок конденсатора и расстояния между ними.

Электрическую постоянную системы СИ можно определить, пользуясь тангенс-гальванометром. Для этого собирают электрическую схему, включающую источник питания Б, конденсатор С, тангенс-гальванометр Г, электромагнитный переключатель a–b (рис. 2).

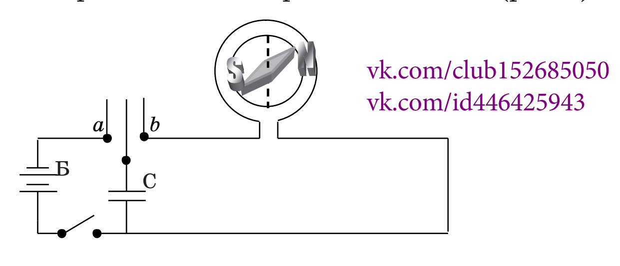


Рис. 2

В положении переключателя a конденсатор заряжается до напряжения U, при этом на пластинах конденсатора скапливается заряд

$$q = CU = K\varepsilon\varepsilon_0 U. \qquad (7)$$

В положении переключателя b конденсатор разряжается через тангенс-гальванометр. Сила тока, протекающего через тангенс-гальванометр:

$$I = \nu q = K\nu\varepsilon\varepsilon_0 U, \qquad (8)$$

где ν – число переключений в секунду переключателя a–b.

На основании формул (5) и (8) определяется электрическая постоянная системы СИ

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{K} \cdot \frac{2RH_\text{г}\operatorname{tg}\alpha}{N\nu\varepsilon U}. \qquad (9)$$

Определив ε_0, найдем электродинамическую постоянную c, численно равную скорости распространения электромагнитных волн в вакууме:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}, \tag{10}$$

где $\mu_0 = 4\pi\, 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная системы СИ.

Описание лабораторной установки

Электрическая схема установки для определения горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли приведена на рис. 3. Сила тока I через тангенс-гальванометр устанавливается с помощью реостата R и контролируется миллиамперметром мА. Число витков в катушке тангенс-гальванометра $N = 36$, радиус каждого витка $R = 0{,}2$ м.

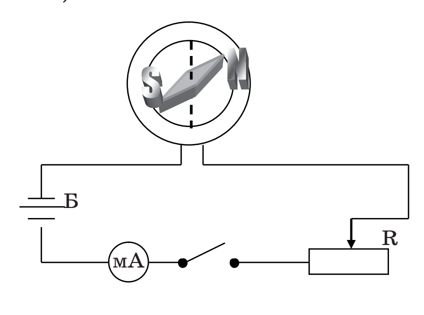


Рис. 3

Для определения электрической постоянной системы СИ собирают схему, изображенную на рис. 2. В качестве переключателя *a-b* используется реле, обмотка которого включается в сеть. При этом частота переключений равна частоте переменного напряжения в сети ($\nu = 50$ Гц). Конденсатор С имеет следующие параметры: относительная диэлектрическая проницаемость воздушного зазора между обкладками $\varepsilon \approx 1$, коэффициент $K' = 1/K = 4{,}5 \cdot 10^{-7}$ 1/м.

Порядок выполнения прямых измерений

Установить тангенс-гальванометр так, чтобы магнитная стрелка была в плоскости кольца.

Задание 1. Схема на рис. 3.

Включить установку.

При помощи реостата R установить ток I, при котором магнитная стрелка отклонится на угол 30–40°. Измерить силу тока I и угол от-

клонения стрелки α. Не меняя величины тока I, изменить его направление и измерить угол отклонения стрелки α'.

Опыт повторить несколько раз при различных значениях тока I.

Результаты измерений записать в табл. 1.

Таблица 1

I, А	α	α'	$\alpha_{ср}$	$\mathbf{H}_г$, А/м

Задание 2. Схема на рис. 2.

Включить установку и реле.

На источнике питания установить напряжение U и измерить его (рекомендуется $U = 12$В). Измерить угол отклонения стрелки α_1. Изменив направление тока, измерить угол отклонения стрелки α'_1.

Обработка результатов измерений

Задание 1.

Вычислить средние значения (по абсолютной величине) $\alpha_{ср}$ угла отклонения магнитной стрелки при различных значениях тока I и занести в табл. 1.

По формуле (4) вычислить горизонтальную составляющую $H_г$ напряженности магнитного поля Земли при различных значениях тока I. Результаты записать в табл. 1 и вычислить среднее значение $H_{гср}$.

Задание 2.

Вычислить среднее значение (по абсолютной величине) $\alpha_{1ср}$ угла отклонения магнитной стрелки.

По формулам (9) и (10) вычислить электрическую постоянную ε_0 и скорость c распространения электромагнитных волн в вакууме (значение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли $H_г$ определено в предыдущем задании).

Оценить погрешности окончательных результатов.

Контрольные вопросы

1. Каково устройство и принцип работы тангенс-гальванометра?

2. Как охарактеризовать магнитное поле, создаваемое круговым током?

3. Дайте определения магнитной индукции и напряженности магнитного поля. В каких единицах измеряются эти величины?

4. Как вывести формулу для вычисления напряженности горизонтальной составляющей магнитного поля Земли?

5. Как получается расчетная формула для определения электрической постоянной системы СИ?